

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-118008

(43)Date of publication of application : 19.04.2002

(51)Int.Cl.

H01F 1/00
 // B32B 15/08
 H05K 9/00

(21)Application number : 2000-308538

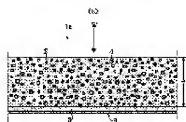
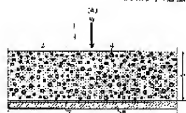
(71)Applicant : DAIDO STEEL CO LTD

(22)Date of filing : 10.10.2000

(72)Inventor : TSUTSUI KAZUHISA
 TANAKA NOBUAKI

(54) ELECTROMAGNETIC WAVE ABSORBER FOR MILLIMETER

図1は電磁波吸収体
 2:シート
 4:軟磁性金属粉末
 6:アルミ箔(金属層)
 8:銅メッキ層(金属層)
 9:ニッケルメッキ層(金属層)



(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide an electromagnetic wave absorber for milli-wave which can exhibit high and stable absorption characteristics in an object milli-wave band, even if the absorber is subjected to a thermal change or bonding.

SOLUTION: Each of electromagnetic wave absorbers 1 and 1a contains a heat-resistant sheet 2 made of a rubber or plastic material, soft magnetic metal powder 4 embedded in the matrix of the rubber or plastic material, aluminum foil (metal layer) 6 or a plated-Cu layer (metal layer) 8, and a plated-Ni layer (metal layer) 9 formed on either one surface of the sheet 2 to cover the surface.

* NOTICES *

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. *** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1]An electromagnetic wave absorber for millimeter waves characterized by what it is [a thing] characterized by comprising the following.

A heat-resistant sheet which consists of rubber or a plastic.

A metal layer covered on soft magnetism metal powder laid underground into the above-mentioned rubber or a matrix of a plastic, and which surface in the above-mentioned sheet.

[Claim 2]The electromagnetic wave absorber for millimeter waves according to claim 1 characterized by what said sheets are plastics, such as synthetic rubbers, such as acrylic rubber which consists of heat-resistant polymer, and silicone rubber, or PPS resin, and LCP resin.

[Claim 3]The electromagnetic wave absorber for millimeter waves according to claim 1 or 2 characterized by what said metal layer is a metallic foil adhered to the surface of said sheet, a metallic thin plate, or a metal plating layer formed by plating.

[Claim 4]The electromagnetic wave absorber for millimeter waves according to any one of claims 1 to 3 characterized by what return loss at the time of carrying out vertical incidence of the electromagnetic waves of a 76-77-GHz millimeter wave to said sheet is not less than 15 dB.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention]This invention relates to the electromagnetic wave absorber for millimeter waves used in the high frequency band of a millimeter wave (30-100 GHz).

[0002]

[Description of the Prior Art]In order to prevent an automobile accident and to improve safety, research of the advanced traffic system is advanced widely. The sensor called the millimeter wave radar which measures the distance between two cars and relative velocity with a preceded vehicle as one of them is mentioned. Now, the thing using infrared laser is used for the millimeter wave radar which is carried in some cars and put in practical use from the cheap point. However, the millimeter wave radar using the starting infrared laser has the fault that a sensing function deteriorates with rain, snow, fog, or dust. For this reason, the millimeter wave radar using an electromagnetic wave with a frequency of 76 GHz or 60 GHz is also examined, for example.

[0003]Since the millimeter wave radar using the above-mentioned electromagnetic waves is a sensor using interference of electromagnetic waves, It is necessary to arrange the electromagnetic wave absorber for millimeter waves which absorbs a 76-GHz electromagnetic wave effectively in the necessary position in the housing of a radar that the unnecessary electromagnetic waves reflected from the housing and structure of the above-mentioned radar should be removed. Since it is what operates automatically possible by carrying a millimeter wave radar in a car in practice, the malfunction is directly linked with an accident. For this reason, the weatherability which is equal to change of an absorption feature, ambient temperature, etc. where the electromagnetic wave absorber for millimeter waves was also stabilized highly is called for.

[0004]By the way, there is a sheet shaped thing which laid soft magnetism metal powder underground into the matrix of the plastic which uses chlorinated polyethylene (CPE) as a base, for example in the electromagnetic wave absorber utilized now. When the built electromagnetic wave absorber is carried in a car with a millimeter wave radar, the weatherability which is equal to change of +125 °C--40 °C ambient temperature, for example is called for. However, since heat modification is produced near +125 °C and the thickness of an electromagnetic wave absorber changes, the above-mentioned chlorinated polyethylene has the problem that an absorption feature will originally separate greatly from the target millimeter wave belt. The electromagnetic wave absorber used for the millimeter wave radar for mount is firmly fixed to the housing of a radar via adhesives, for example in order to be equal to the vibration accompanying a run of a car. However, in the electromagnetic wave absorber of the rubber sheet type which laid soft magnetism metal powder underground, in order that electromagnetic waves may advance also into the inside of an adhesives layer, there is also a problem that an absorption feature will separate greatly from the target millimeter wave belt with the thickness.

[0005]

[Problem(s) to be Solved by the Invention]This invention solves the problem in the Prior art explained above, and makes a technical problem what the electromagnetic wave absorber for millimeter waves which can demonstrate the absorption feature highly stable in the target millimeter wave belt also by thermal change or adhesion is provided for.

[0006]

[Means for Solving the Problem]This invention is hit on an idea of it and accomplished to use heat-resistant polymer for a sheet of a matrix, or provide a metal layer in the surface of a sheet to apply as a result of artificers' inquiring and investigating, in order to solve an aforementioned problem. That is, an electromagnetic wave absorber for millimeter waves of this invention contains a heat-resistant sheet which consists of rubber or a plastic, soft magnetism metal powder laid underground into the above-mentioned rubber or a matrix of a plastic, and a metal layer covered on which surface in the above-mentioned sheet.

[0007]Since a millimeter wave which advanced into an inside reflects by a metal layer covered on which surface of a sheet according to this, degradation of an absorption feature by a glue line for fixing the electromagnetic wave absorber concerned to apparatus can be prevented. As a result, in electromagnetic waves of the target millimeter wave, highly, it is stabilized and a necessary absorption feature can be demonstrated. Since a heat-resistant sheet is used, a stabilized absorption feature where thickness could not change easily due to thermal change can be held. Therefore, if a built electromagnetic wave absorber for millimeter waves is arranged, for example to a position in a housing of said millimeter wave radar, an unnecessary millimeter wave can be absorbed certainly, the above-mentioned radar can receive only a predetermined millimeter wave correctly, and an exact function without malfunction can be achieved. The characteristic which produces a volume change by moisture easily with neither heat contraction nor the characteristic which is hard to expand thermally is also included in the above-mentioned heat resistance in a sheet.

[0008]An electromagnetic wave absorber for millimeter waves in which said sheets are plastics, such as synthetic rubbers, such as acrylic rubber which consists of heat-resistant polymer, and silicone rubber, or PPS (polyphenylene sulfide) resin, and LCP (liquid crystal polymer) resin, is also contained. Since it has

weatherability which is equal to change of $+125^{\circ}\text{C}$ — 40°C ambient temperature, for example, and the moisture resistance which bears high humidity certainly according to this, also when it uses for said millimeter wave radar for mount, thickness of the above-mentioned sheet cannot change easily. For this reason, a necessary absorption feature can be acquired by being stabilized highly to electromagnetic waves of a predetermined millimeter wave.

[0009] An electromagnetic wave absorber for millimeter waves in which said metal layer is a metallic foil adhered to the surface of said sheet, a metallic thin plate, or a metal plating layer formed by plating is also contained. According to this, since it reflects with a metallic foil etc., a millimeter wave which advanced into a sheet is not influenced by an adhesives layer for fixing the electromagnetic wave absorber concerned to apparatus, but it can acquire a necessary absorption feature by being stabilized to electromagnetic waves of a predetermined millimeter wave. When it plates soon on the above-mentioned sheet especially, it is not necessary to take into consideration influence of the above-mentioned adhesives layer, and a design of an electromagnetic wave absorber becomes still easier. Even when pasting up a metallic foil and a metallic thin plate on a sheet, ultra-thin or an electromagnetic wave absorber which agreed for a predetermined millimeter wave by grasping a dielectric constant and thickness of adhesives which were set as prescribed thickness used for attachment can be manufactured easily. They are contained in the above-mentioned metallic foil or a metallic thin plate by foil and sheet metal, such as aluminum and copper, and to a metal plating layer. It is contained by all the metal plating layers that can be covered on the surface of a sheet, and For example, non-electrolytic copper plating, It can also form by a metal plating layer of two or more layers which consists of a method of carrying out electrolytic copper plating and also congener, or dissimilar metal plating after Cu plating, nickel plating, Cr plating, or non-electrolytic copper plating.

[0010] In addition, an electromagnetic wave absorber for millimeter waves whose return loss at the time of carrying out vertical incidence of the electromagnetic waves of a 76–77-GHz millimeter wave to said sheet is not less than 15 dB is also contained. According to this, an unnecessary millimeter wave can be absorbed, sensing of the 76–77-GHz required millimeter wave can be carried out in the above-mentioned radar, and a necessary function can be made to accomplish correctly in a millimeter wave radar mentioned above, for example. Also in a millimetric wave band except said frequency band, an electromagnetic wave absorber for millimeter waves of this invention can be applied, and can also apply the use not only to said millimeter wave radar for mount but to electronic equipment, control machinery, or communication equipment etc.

[0011]

[Embodiment of the Invention] Below, the suitable gestalt for operation of this invention is explained with a drawing. Drawing 1 (A) is shown and the section of the electromagnetic wave absorber 1 for millimeter waves of this invention The sheet 2 of insulation [consisting of a plastic of heat-resistant polymer and], It is constituted with the soft magnetism metal powder 4 laid under this sheet 2 almost uniformly, and the aluminium foil (metal layer) 6 with a thickness of about 50 micrometers covered via the adhesives layer 7 about 100 micrometers thick on one surface of the above-mentioned sheet 2. The adhesives layer 7 is combined with these and thickness t of the sheet 2 based on the thickness and dielectric constant, and it is set up so that the electromagnetic wave absorber 1 may have an attenuation peak corresponding to a predetermined millimeter wave. After dissolving Fe-13wt%Cr and soft magnetism alloys, such as Fe-7wt%Cr-9wt%aluminum, for example and spraying with an atomizing method, the thing of detailed particle

diameter with a mean particle diameter of 6–10 micrometers is used for the soft magnetism metal powder 4 by sieving. After blending and kneading the metal powder 4 to apply at an about [10–50vol%] rate to the matrix material which consists of heat-resistant polymer, such as PPS resin and LCP resin, as shown in drawing 1 (A), it fabricates on the flexible sheet 2 of 0.8 mm of thickness t abbreviation with a roll forming machine. Finally, it is considered as the sheet shaped millimeter wave electromagnetic wave absorber 1 by pasting up the aluminium foil 6 on one surface of the sheet 2 via the adhesives layer 7.

[0012]thickness t which drawing 1 (B) showed the section of the electromagnetic wave absorber 1a for millimeter waves of a different gestalt, and laid underground the soft magnetism metal powder 4 as well as said electromagnetic wave absorber 1 — with about 0.9-mm sheet 2. It is ** constituted with Cu plated layer (metal layer) 8 about 2 micrometers thick and Ni plated layer (metal layer) 9 about 0.2 micrometer thick which were covered on one surface of this sheet 2. After applying a plating catalyst to the surface or carrying out a surface roughening process to the sheet 2, Cu plated layer 8 can be soon covered with non-electrolytic copper plating. As the arrow in drawing 1 (A) and (B) shows, the electromagnetic waves (plane wave) W of a 76-GHz millimeter wave are vertically entered to the electromagnetic wave absorbers 1 and 1a for millimeter waves, for example from the surface of the sheet 2 with which the aluminium foil 6, Cu plated layer 8, and Ni plated layer 9 are not covered. Then, the above-mentioned electromagnetic waves W advance into the sheet 2 of the electromagnetic wave absorbers 1 and 1a. Under the present circumstances, the electromagnetic wave absorbers 1 and 1a are designed so that that reflection coefficient may approach 0 (zero) infinite to the target frequency. For this reason, they are absorbed, the electromagnetic waves W advancing, and it reflects in the aluminium foil 6 of an opposite hand, or the metal layer of Cu plated layer 8, and it interferes in them mutually with the electromagnetic waves W which newly entered, and they negate energy mutually. That is, since reflection attenuation (reflection loss) of the electromagnetic waves W is carried out [not returning outside], it becomes possible to absorb the electromagnetic waves W of the target millimeter wave certainly, and to attenuate them.

[0013]Since according to the above electromagnetic wave absorbers 1 and 1a it is designed so that the reflection coefficient of the sheet 2 may become small as much as possible, for example in a 76-GHz millimeter wave, a thing of not less than at least 15 dB for which the magnitude of attenuation of about 20 dB is specifically secured certainly becomes possible. Since it is reflected by the metal layer of the aluminium foil 6 covered on the surface of one of the two of the sheet 2, or Cu plated layer 8, all electromagnetic waves can prevent certainly a gap of the absorption feature by the adhesives used for this by it by sticking the starting surface side on apparatus. And since plastics, such as PPS resin which consists of heat-resistant polymer, are used for the sheet 2, it also becomes possible to maintain as ** heat modification and the electromagnetic-wave-absorbing characteristic which could not carry out volume modification easily and was stabilized at a long period of time, for example under a heating collar boundary automatic in the car, the cold of a severe winter term, or high humidity. Therefore, the peak of reflection attenuation can be easily agreed to the electromagnetic waves of a millimeter wave region, and it is stabilized certainly and it becomes possible to absorb and cover the electromagnetic waves of a millimeter wave region. Synthetic rubbers which consist of heat-resistant polymer, such as acrylic rubber or silicone rubber, may be used for the sheet 2.

[0014]

[Examples 1 and 2] Here, the concrete example of this invention is described. To the matrix of the acrylic rubber which consists of heat-resistant polymer, it consisted of Fe-13wt%Cr, the soft magnetism metal powder 4 with a mean particle diameter of 8 micrometers was blended at 25vol% of a rate, and standard thickness t obtained the sheet (100 mm x 100 mm) 2 at 0.8 mm by kneading and roll forming. The whole thickness manufactured the electromagnetic wave absorber 1 for millimeter waves of Example 1 which is 0.9 mm by pasting up the 50-micrometer-thick aluminium foil 6 on one surface of this sheet 2 via the thickness abbreviation 100micrometer**10micrometer acrylic adhesives (Sumitomo 3M make: Y-9479) 7. This electromagnetic wave absorber 1 is the target millimeter wave [GHz / 76].

[0015] Consist of acrylic rubber containing the soft magnetism metal powder 4 manufactured like the above, and while receives the surface in the sheet 2 whose standard thickness t is 0.9 mm, 2-micrometer-thick Cu plated layer 8 was soon covered with non-electrolytic copper plating, 0.2-micrometer-thick Ni plated layer 9 was covered on it, and the electromagnetic wave absorber 1a for millimeter waves of Example 2 was manufactured. This electromagnetic wave absorber 1a is also the target millimeter wave [GHz / 76]. As shown in said drawing 1 (A) and (B), near the center of the sheet 2 in the electromagnetic wave absorbers 1 and 1a of Examples 1 and 2 is established in free space, From the horn antenna which is not illustrated, it entered vertically to the surface without the aluminium foil [in / for the electromagnetic waves (plane wave) W of a 70-80-GHz millimetric wave band (high frequency) / the sheet 2 of the electromagnetic wave absorbers 1 and 1a] 6 etc., respectively. Under the present circumstances, the return loss in every frequency was measured with the network analyzer which is not illustrated. The result was shown in the graph of drawing 2 (A) and (B).

[0016] According to the graph of drawing 2 (A) and (B), all, in near 76 GHz, the electromagnetic wave absorbers 1 and 1a of Examples 1 and 2 have the peak P of reflection attenuation, and showed return loss of about 20 dB. Millimeter wave W which advanced into the sheet 2 of each example is reflected by metal layers, such as the aluminium foil 6, by sticking the aluminium foil 6 via the adhesives layer 7 of prescribed thickness, or covering Cu plated layer 8 and Ni plated layer 9 by this. For this reason, the gap of the absorption feature by the adhesives layer used when starting by sticking on apparatus the surface side which covered the metal layer could be prevented, and it has checked that electromagnetic waves were certainly absorbable in the millimeter wave region near 76 GHz as setting out.

[0017]

[Work example 3] The five electromagnetic wave absorbers 1 for millimeter waves of Example 3 which manufactures like said Example 1 and has the same size were manufactured. A 76-GHz millimeter wave is targeted also for these. Elevated-temperature maintenance which is heated at 125 °C and held as such in 1000 hours was performed in the electromagnetic wave absorber 1 for millimeter waves of one sheet. Low-temperature maintenance which is cooled at -40 °C and held as such in 1000 hours was performed to another electromagnetic wave absorber 1. The spalling test which holds heating and cooling for 10 minutes at a time at 125 °C and -40 °C, and is done in 500 cycles by turns was done on another electromagnetic wave absorber 1. In addition, to another electromagnetic wave absorber 1, the high-humidity/temperature examination which is 80 °C and carries out 444 maintenance under relative humidity (RH) 80% of conditions in 1000 hours was done.

[0018] About the electromagnetic wave absorber 1 of four sheets of Example 3 which processed more than

individually, and the unsettled remaining electromagnetic wave absorber 1 of one sheet, the electromagnetic waves W of a 70–80–GHz millimetric wave band were vertically entered by the same method as the above, respectively, and the return loss in every frequency was measured. The result is shown in the graph of drawing 3 (A). According to the graph of drawing 3 (A), an unsettled thing and the thing which performed said four kinds of processings all have the peak P of reflection attenuation in near 76 GHz, and the electromagnetic wave absorber 1 of five sheets of Example 3 showed return loss of about 20 dB. These are considered that the absorption feature of the sheet 2 which absorbs the millimeter wave which advanced did not change substantially even if placed by various heating, cooling, and the environment of high humidity by having used the sheet 2 of the acrylic rubber which consists of heat-resistant polymer.

[0019] On the other hand, after blending the same soft magnetism metal powder 4 as the above at same rate to the matrix of chlorinated polyethylene (CPE), two electromagnetic wave absorbers of the comparative example 1 which has the same size as Example 3 were manufactured by kneading and roll forming. A 76–GHz millimeter wave is targeted also for these. It heated at 125 °C per sheet of this, and held for 1 hour. About the thing after the starting processing, and the unsettled thing, the electromagnetic waves W were entered by the same method as the above, and return loss was measured. The result is shown in the graph of drawing 3 (B). According to the graph of drawing 3 (B), in near 76 GHz, the unsettled thing shown as a solid line has the peak P of reflection attenuation, and showed return loss of about 20 dB. However, the peak of reflection attenuation is remarkable to low frequency slippage, and 1-hour heating and the held thing had shifted to 125 °C shown with the dashed line in drawing 3 (B), when the sheet which consists of chlorinated polyethylene carried out heat modification and the thickness became thick. As a result, near 76 GHz made into an object, that from which reflection attenuation was hardly obtained is presumed. From the result of the above Example 3 and the comparative example 1, it became clear that the electromagnetic wave absorber 1 of this invention was excellent also in thermal change.

[0020]

[Work example 4] Thickness t which lays underground the soft magnetism metal powder 4 manufactured like the above receives the surface in the sheet 2 of the acrylic rubber which is 0.9 mm, 2-micrometer-thick Cu plated layer 8 was soon covered with non-electrolytic copper plating, 0.2-micrometer-thick Ni plated layer 9 was covered on it, and the four electromagnetic wave absorbers 1a for millimeter waves of Example 4 which has the same size as said Example 2 were manufactured. A 76–GHz millimeter wave is targeted also for these. Four electromagnetic wave absorbers for millimeter waves of the comparative example 2 which lays underground the same soft magnetism metal powder 4 as the above, and consists only of the sheet 2 of the acrylic rubber of the same thickness t were manufactured. A 76–GHz millimeter wave is targeted also for these.

[0021] 50-micrometer-thick acrylic pressure sensitive adhesive (Sumitomo 3M make: 9460PC) was pasted up on the surface with which said metal skins 8 and 9 of the sheet 2 were covered among Examples 4 by the electromagnetic wave absorber 1a for millimeter waves of one sheet. On the other hand, the binder with the same, same thickness as the above was pasted up also on the surface of the sheet 2 of the electromagnetic wave absorber for millimeter waves of one sheet among the comparative examples 2. 125-micrometer-thick acrylic pressure sensitive adhesive (same as the above: 9469PC) was pasted up on the surface with which said metal skins 8 and 9 in another sheet 2 of one sheet were covered among Examples 4. On the other

hand, the binder with the same, same thickness as the above was pasted up also on the surface of another sheet 2 of one sheet among the comparative examples 2. 255-micrometer-thick acrylic pressure sensitive adhesive (same as the above: 9473PC) was pasted up on the surface with which said metal skins 8 and 9 in another sheet 2 of one sheet were covered among Examples 4. On the other hand, the binder with the same, same thickness as the above was pasted up also on the surface of another sheet 2 of one sheet among the comparative examples 2. these binders — the electromagnetic wave absorber for millimeter waves (1a) — for example, it is equivalent to the adhesives used when sticking on predetermined [in the housing of said millimeter wave radar] at a position. In Example 4, the binder was pasted up on the surface of Cu plated layer 8 covered by the sheet 2 and Ni plated layer 9.

[0022]About the electromagnetic wave absorber 1a for millimeter waves of four sheets of Example 4 containing an unpasted up thing, the electromagnetic waves W of a 60–90-GHz millimetric wave band were vertically entered by the same method as the above, respectively, and the return loss in every frequency was measured. The result was shown in the graph of drawing 4 (A). The electromagnetic wave absorber for millimeter waves of four sheets of the comparative example 2 containing an unpasted up thing as well as the above measured return loss. The result was shown in the graph of drawing 4 (B). any of that on which the millimeter wave electromagnetic wave absorber 1a of four sheets of Example 4 pasted up individually an unsettled thing and said three kinds of binders according to the graph of drawing 4 (A) — although — in near 76 GHz, it has the peak P of reflection attenuation, and return loss of about 20 dB was shown. Since a millimeter wave reflects this altogether by the above-mentioned metal skin 8 even if it pastes up the binder of various thickness on it by having covered Cu plated layer 8 and Ni plated layer 9 on the surface of the sheet 2 of acrylic rubber, It seems that the peak of reflection attenuation has been fixed in near 76 GHz, without being influenced by said binder.

[0023]On the other hand, according to the graph of drawing 4 (B), in near 76 GHz, the electromagnetic wave absorber which is not pasted [which is shown as a solid line] up has the peak P of reflection attenuation, and showed return loss of about 20 dB. However, the peak p of reflection attenuation shifted to low frequency slippage as the binder became thick, and return loss was also reducing the electromagnetic wave absorber of three sheets on which said binder shown with the dashed line in drawing 4 (B), a dashed dotted line, and a two-dot chain line was pasted up little by little. By the comparative example 2, this is presumed to be that from which the peak p of reflection attenuation shifted like the graph of drawing 4 (B), as a result of a millimeter wave's advancing to the inside of a binder and an absorption feature's changing, since said binder was soon pasted up on the surface of the sheet 2. Even when a binder was used for the adhesion which starts when the electromagnetic wave absorber 1a of this invention pastes up the surface side which covered said metal skins 8 and 9 on apparatus from the result of the above Example 4 and the comparative example 2, it became clear that the electromagnetic-wave-absorbing characteristic does not change.

[0024]This invention is not limited to the gestalt or example which were described above. For example, metallic thin plates, such as a steel plate, a stainless steel plate, aluminum alloy sheet metal, and titanium alloy sheet metal, can also be used for said metal layer. And the construction material of a metal layer will not be limited especially if a millimeter wave can be reflected, but the coating method is also possible for it at said adhesion or electroless deposition, electrolytic plating and not only electroplating but chemical plating, etc. The polyether imide which becomes said sheet 2 from heat-resistant polymer, The synthetic

rubber which has the heat resistance of plastics, such as polyamidoimide, polysulfone, and polyether ketone, styrene-butadiene rubber (SBR), isobutylene polyisoprene rubber (IIR), polybutadiene rubber (BR), etc., etc. is also applicable. The alloy in which the construction material of said soft magnetism metal powder 4 laid under the sheet 2 makes a base said not only Fe group alloy but nickel, Co, or this is also contained. The millimeter wave electromagnetic wave absorber of this invention is not limited to what could apply to any millimeter wave when it was a millimetric wave band (30-100 GHz), and also mentioned the use above.

[0025]

[Effect of the Invention] According to the millimeter wave electromagnetic wave absorber of this invention explained above, all the millimeter waves that advanced into the inside by the metal layer covered on the surface of the sheet reflect. Without producing a gap of the absorption feature by the adhesives for sticking on apparatus, in the electromagnetic waves of the target millimeter wave, highly, it is stabilized and a necessary absorption feature can be demonstrated. Since a heat-resistant sheet is used, the stabilized absorption feature where thickness could not change easily due to thermal change etc. can be held. Therefore, if the electromagnetic wave absorber for millimeter waves is arranged, for example to the position in the housing of a millimeter wave radar, an unnecessary millimeter wave can be absorbed certainly, the above-mentioned radar can receive only a predetermined millimeter wave correctly, and an exact function without malfunction can be achieved. Since it has the weatherability which is equal to change of ambient temperature, and bearing—certainly—high humidity moisture resistance according to the millimeter wave electromagnetic wave absorber of claim 2, Since the thickness of said sheet does not change, either, also when it uses under various environment, a necessary absorption feature can be acquired by being stabilized highly to the electromagnetic waves of a predetermined millimeter wave.

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] Both (A) and (B) are the sectional views showing the millimeter wave electromagnetic wave absorber of this invention.

[Drawing 2] The graph which shows the damping property of a millimeter wave [in / in both (A) and (B) / the example of this invention].

[Drawing 3] The graph which shows the damping property of the millimeter wave of the example or comparative example from which (A) and (B) differ.

[Drawing 4] The graph which shows the damping property of the millimeter wave in the example or comparative example from which (A) and (B) differ further.

[Description of Notations]

1 1a — Millimeter wave electromagnetic wave absorber

2 Sheet

4 Soft magnetism metal powder

6 aluminium foil (metal layer)

8 Cu plated layer (metal layer)

9 Ni plated layer (metal layer)

W Millimeter wave (electromagnetic waves)

[Translation done.]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2002-118008

(P2002-118008A)

(43) 公開日 平成14年4月19日 (2002. 4. 19)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テークコード (参考)
H 0 1 F 1/00		B 3 2 B 15/08	D 4 F 1 0 0
// B 3 2 B 15/08		H 0 5 K 9/00	M 5 E 0 4 0
H 0 5 K 9/00		H 0 1 F 1/00	C 5 E 3 2 1

審査請求 未請求 請求項の数 4 O L (全 7 頁)

(21) 出願番号 特願2000-308538(P2000-308538)

(22) 出願日 平成12年10月10日 (2000. 10. 10)

(71) 出願人 000003713

大同特殊鋼株式会社

愛知県名古屋市中区錦一丁目11番18号

(72) 発明者 筒井 和久

愛知県東海市加木屋町南直持18

(72) 発明者 田中 伸明

愛知県名古屋市中区泉通4-3-3

(74) 代理人 100098615

弁理士 鈴木 孝

最終頁に続く

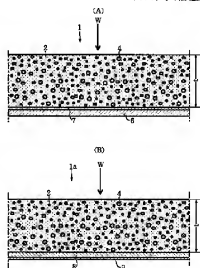
(54) 【発明の名称】 ミリ波用電磁波吸収体

(57) 【要約】

【課題】 熱的変化や接着によっても対象とするミリ波帯において高く安定した吸収特性を発揮できるミリ波用電磁波吸収体を提供する。

【解決手段】 ゴムまたはプラスチックからなる耐熱性のシート2と、係るゴムまたはプラスチックのマトリックス中に埋設される軟磁性金属粉末4と、上記シート2における何れかの表面に被覆したアルミニウム箔(金属層)6またはCuメッキ層(金属層)8およびNiメッキ層(金属層)9と、を含む、ミリ波用電磁波吸収体1、1a。

- L.1a: 電磁波吸収体
 2: シート
 4: 軟磁性金属粉末
 6: アルミ箔 (金属層)
 7: 接着剤層
 8: Cuメッキ層 (金属層)
 9: Niメッキ層 (金属層)



【特許請求の範囲】

【請求項1】 ゴムまたはプラスチックからなる耐熱性のシートと、

上記ゴムまたはプラスチックのマトリックス中に埋設される軟磁性金属粉末と、上記シートにおける何れかの表面に被覆した金属層と、を含む、ことを特徴とするミリ波用電磁波吸収体。

【請求項2】 前記シートは、耐熱性ポリマーからなるアクリルゴム、シリコーンゴムなどの合成ゴム、またはP P S樹脂、L C P樹脂などのプラスチックである、ことを特徴とする請求項1に記載のミリ波用電磁波吸収体。

【請求項3】 前記金属層は、前記シートの表面に接着した金属箔または金属薄板、あるいはメッキにより形成した金属メッキ層である、ことを特徴とする請求項1または2に記載のミリ波用電磁波吸収体。

【請求項4】 76～77GHzのミリ波の電磁波を前記シートに垂直入射した際における反射減衰量が、15dB以上である、ことを特徴とする請求項1乃至3の何れかに記載のミリ波用電磁波吸収体。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、ミリ波(30～100GHz)の高周波帯域において用いられるミリ波用電磁波吸収体に関する。

【0002】

【従来の技術】 自動車事故を防ぎ且つ安全性を高めるため、高度交通システムの研究が広く進められている。その1つとして、先行車との車間距離や相対速度を測定するミリ波レーダと称されるセンサが挙げられる。現在、一部の自動車に搭載され実用化されているミリ波レーダには、安価な点から赤外線レーザを用いたものが使用されている。しかし、係る赤外線レーザを用いたミリ波レーダは、雨、雪、霧、または塵埃によって、センシング機能が劣化する、という欠点がある。このため、例えば76GHzまたは60GHzの周波数の電磁波を用いるミリ波レーダも検討されている。

【0003】 上記電磁波を用いるミリ波レーダは、電磁波の干渉を利用したセンサであるため、上記レーダの筐体や構造物から反射した不要な電磁波を除去すべく、例えば76GHzの電磁波を効果的に吸収するミリ波用電磁波吸収体をレーダの筐体における所要の位置に配置する必要がある。また、ミリ波レーダは、実際には自動車の搭載されて自動運転を可能にするものであるため、その誤動作は事故に直結する。このため、ミリ波用電磁波吸収体も高く安定した吸収特性および雰囲気温度などの変化に耐える耐候性が求められている。

【0004】 ところで、現在活用されている電磁波吸収体には、例えば塩素化ポリエチレン(CPE)をベースと

するプラスチックのマトリックス中に軟磁性金属粉末を埋設したシート状のものがある。係る電磁波吸収体をミリ波レーダと共に自動車の搭載した場合、例えば+125℃～-40℃の雰囲気温度の変化に耐える耐候性が求められる。しかし、上記塩素化ポリエチレンは、+125℃付近で熱変形を生じ電磁波吸収体の厚さが変化するため、吸収特性が本来対象とするミリ波帯から大きく外れてしまう、という問題がある。また、車載用のミリ波レーダに用いられる電磁波吸収体は、自動車の走行に伴う振動に耐えるため、例えばレーダの筐体に接着剤を介して強固に固定される。しかしながら、軟磁性金属粉末を埋設したゴムシート・タイプの電磁波吸収体では、接着剤層の内部にも電磁波が進入するため、その厚みによって、吸収特性が対象とするミリ波帯から大きく外れてしまう、という問題もある。

【0005】

【発明が解決すべき課題】 本発明は、以上に説明した従来の技術における問題点を解決し、熱的変化や接着によっても対象とするミリ波帯において高く安定した吸収特性を発揮できるミリ波用電磁波吸収体を提供する、ことを課題とする。

【0006】

【課題を解決するための手段】 本発明は、上記課題を解決するため、発明者らが研究および調査した結果、マトリックスのシートに耐熱性ポリマーを用いた、係るシートの表面に金属層を設けることに着想して成されたものである。即ち、本発明のミリ波用電磁波吸収体は、ゴムまたはプラスチックからなる耐熱性のシートと、上記ゴムまたはプラスチックのマトリックス中に埋設される軟磁性金属粉末と、上記シートにおける何れかの表面に被覆した金属層と、を含む、ことを特徴とする。

【0007】 これによれば、シートの何れかの表面に被覆した金属層により、内部に進入したミリ波が反射するため、当該電磁波吸収体を機器に固定するための接着層による吸収特性の劣化を防ぎ得る。この結果、対象とするミリ波の電磁波において所要の吸収特性を高く且つ安定して発揮することができる。また、耐熱性のシートを用いるので、熱的変化により厚さが変化しにくく安定した吸収特性を保有できる。従って、係るミリ波用電磁波吸収体を例えば前記ミリ波レーダの筐体における所定の位置に配置すると、必要ないミリ波を確実に吸収でき、上記レーダが所定のミリ波のみを正確に受信することができ、誤動作のない正確な機能を果たすことができる。尚、シートにおける上記耐熱性には、熱収縮や熱膨張しにくい特性と共に、水分による体積変化を生じにくい特性も含んでいる。

【0008】 また、前記シートは、耐熱性ポリマーからなるアクリルゴム、シリコーンゴムなどの合成ゴム、またはP P S (ポリフエニレンサルファイド)樹脂、L C P (液晶ポリマー)樹脂などのプラスチックである、ミリ波

用電磁波吸収体も含まれる。これによれば、例えば $+12.5^{\circ}\text{C} \sim -40^{\circ}\text{C}$ の剪理気温度の変化に耐える耐熱性や、高温下に確実に耐える耐湿性を有するため、車載用の前記ミリ波レーダに用いた場合にも、上記シートの厚みが変化しにくい。このため、所定のミリ波の電磁波に対して所要の吸収特性を高く安定して得ることができる。

【0009】更に、前記金属層は、前記シートの表面に接着した金属箔または金属薄板、あるいはメッキにより形成した金属メッキ層である。ミリ波用電磁波吸収体も含まれる。これによれば、シート内に入射したミリ波は金属箔などにより反射するため、当該電磁波吸収体を機器に固定するための接着剤の影響を受けず、所定のミリ波の電磁波に対して所要の吸収特性を安定して得ることができる。特に、上記シートに直にメッキした場合には、上記接着剤の影響を考慮する必要があるが、電磁波吸収体の設計が更に容易となる。また、金属箔や金属薄板をシートに接着する場合でも、貼り付けに用いる接着剤または所定厚さに設定した接着剤の誘電率および厚みを把握することにより、所定のミリ波に合致した電磁波吸収体を容易に製作することができる。尚、上記金属箔や金属薄板には、アルミニウムや銅などの箔や薄板が含まれ、金属メッキ層には、シートの表面に被覆可能な金属メッキ層の全てが含まれ、例えば無電解銅メッキ、Cuメッキ、Niメッキ、Crメッキ、あるいは無電解銅メッキの上に電解銅メッキをする方法、更には同種または異種金属メッキからなる複数層の金属メッキ層によって形成することもできる。

【0010】加えて、 $76 \sim 77\text{GHz}$ のミリ波の電磁波を前記シートに垂直入射した際における反射減衰量が、 15dB 以上である、ミリ波用電磁波吸収体も含まれる。これによれば、例えば前述したミリ波レーダにおいて、不要なミリ波を吸収し、上記レーダにおいて $76 \sim 77\text{GHz}$ の必要なミリ波をセンシングして所要の機能を正確に成し遂げることができる。尚、本発明のミリ波用電磁波吸収体は、前記周波数帯域を除くミリ波帯域においても適用でき、且つその用途も車載用の前記ミリ波レーダに限らず、電子機器、制御機器、あるいは通信機器などにも適用可能である。

【0011】

【発明の実施の形態】以下において本発明の実施に好適な形態を図面と共に説明する。図1(A)は、本発明のミリ波用電磁波吸収体1の断面を示し、耐熱性ポリマーのプラスチックからなり且つ絶縁性のシート2と、このシート2にはほぼ均一に埋設した軟磁性金属粉末4と、上記シート2の一方の表面に厚さ約 $100\mu\text{m}$ の接着剤層7を介して被覆した厚さ約 $50\mu\text{m}$ のアルミニウム箔(金属層)6と、から構成されている。尚、接着剤層7は、その厚さと誘電率とを基にし、これらとシート2の厚さと併せて、電磁波吸収体1が所定のミリ波に対応する

減衰ピークを持つように設定される。軟磁性金属粉末4には、例えば $\text{Fe}-1.3\text{wt}\%\text{Cr}$ や、 $\text{Fe}-7\text{wt}\%\text{Cr}-9\text{wt}\%\text{Al}$ などの軟磁性合金を溶解してアトミック法で噴霧した後、篩い分けにより平均粒径 $6 \sim 10\mu\text{m}$ の微細な粒径のものが使用される。係る金属粉末4をPP樹脂やLCP樹脂などの耐熱性ポリマーからなるマトリックス材料に対して、 $10 \sim 50\text{vol}\%$ 程度の割合で配合し且つ混練した後、例えばロール成形機により、図1(A)に示すように、厚さ t 約 0.8mm の柔軟なシート2に成形する。最後に、シート2の一方の表面に接着剤層7を介してアルミニウム箔6を接着することにより、シート状のミリ波電磁波吸収体1としたものである。

【0012】図1(B)は、異なる形態のミリ波用電磁波吸収体1aの断面を示し、前記電磁波吸収体1と同様に軟磁性金属粉末4を埋設した厚さ t 約 0.9mm のシート2と、このシート2の一方の表面に被覆した厚さ約 $2\mu\text{m}$ のCuメッキ層(金属層)8および厚さ約 $0.2\mu\text{m}$ のNiメッキ層(金属層)9と、から構成されている。シート2に対し、その表面にメッキ触媒を塗布したり、あるいは粗面化処理した後、無電解銅メッキによりCuメッキ層8を直に被覆することができる。図1(A)、(B)中の矢印で示すように、ミリ波用電磁波吸収体1、1aに対し、アルミニウム箔6やCuメッキ層8およびNiメッキ層9が被覆されていないシート2の表面から、例えば 76GHz のミリ波の電磁波(平面波)Wを垂直に入射する。すると、上記電磁波は電磁波吸収体1、1aのシート2内に入射する。この際、電磁波吸収体1、1aは、その反射係数が対象とする周波数に対し、限りなく0(ゼロ)に近づくように設計されている。このため、電磁波Wは進入しつつ吸収されると共に、反対側のアルミニウム箔6またはCuメッキ層8の金属層に反射し且つ新たに入射した電磁波Wと互いに干渉してエネルギーを打ち消し合う。即ち、電磁波Wは外部に戻らず反射減衰(リフレクションロス)されるので、対象とする波の電磁波Wを確実に吸収して減衰させることが可能となる。

【0013】上記のような電磁波吸収体1、1aによれば、シート2の反射係数が可及的に小さくなるように設計されているので、例えば 76GHz のミリ波において少なくとも 15dB 以上、具体的には約 20dB の減衰量を確実に確保することが可能となる。また、シート2の片方の表面に被覆したアルミニウム箔6やCuメッキ層8の金属層により、電磁波は全て反射されるため、係る表面側を機器に貼り付けることにより、これに用いる接着剤による吸収特性のずれを確実に防止することができる。しかも、シート2には耐熱性ポリマーからなるPP樹脂などのプラスチックが用いられているため、例えば自動車内の発熱環境、越冬期の寒気、または高湿度下においても、熱変形や体積変形しにくく安定した電磁

波吸収特性を長期間に涉って保つことも可能となる。従って、ミリ波域の電磁波に対して反射減衰のピークを容易に合致できると共に、確実に且つ安定してミリ波域の電磁波を吸収して遮蔽することが可能となる。尚、シート2には、耐熱性ポリマーからなるアクリルゴムまたはシリコンゴムなどの合成ゴムを用いても良い。

【0014】

【実施例1, 2】ここで、本発明の具体的な実施例について説明する。耐熱性ポリマーからなるアクリルゴムのマトリックスに対し、 $F_e = 13 \text{ wt} \% \text{ Cr}$ からなり平均粒径 $8 \mu\text{m}$ の軟磁性金属粉末4を25 vol%の割合で配合し、混練およびロール成形により、基準厚さ t が 0.8 mm で $100 \text{ mm} \times 100 \text{ mm}$ のシート2を得た。このシート2の一方の表面に、厚さ約 $100 \mu\text{m} \pm 10 \mu\text{m}$ のアクリル系接着剤(住友スリーエム社製: Y-9479)7を介して厚さ $50 \mu\text{m}$ のアルミニウム箔6を接着することにより、全体の厚さが 0.9 mm である実施例1のミリ波用電磁波吸収体1を製作した。この電磁波吸収体1は、 76 GHz が対象とするミリ波である。

【0015】また、前記と同じように製作した軟磁性金属粉末4を含むアクリルゴムからなり基準厚さ t が 0.9 mm のシート2における一方の表面に対し、無電解銅メッキにより厚さ $2 \mu\text{m}$ のCuメッキ層8を直に被覆し、その上に厚さ $0.2 \mu\text{m}$ のNiメッキ層9を被覆して、実施例2のミリ波用電磁波吸収体1aを製作した。この電磁波吸収体1aも、 76 GHz が対象とするミリ波である。前記図1(A), (B)に示したように、実施例1, 2の電磁波吸収体1, 1aにおけるシート2の中央付近を自由空間に置き、図示しないホーンアンテナから、 $70 \sim 80 \text{ GHz}$ のミリ波帯域(高周波数)の電磁波(平面波)Wを、電磁波吸収体1, 1aのシート2におけるアルミニウム箔6などが無い表面に対し、垂直にそれぞれ入射した。この際、各周波数ごとにおける反射減衰量を、図示しないネットワークアナライザによって測定した。その結果を、図2(A), (B)のグラフに示した。

【0016】図2(A), (B)のグラフによれば、実施例1, 2の電磁波吸収体1, 1aは、何れも 76 GHz 付近において、反射減衰のピークPを有し、且つ約 20 dB の反射減衰量を示した。これにより、所定厚さの接着剤層7を介してアルミニウム箔6を貼り付けたり、Cuメッキ層8およびNiメッキ層9を被覆することにより、各例のシート2内に進入したミリ波Wは、アルミニウム箔6などの金属層で反射する。このため、金属層を被覆した表面側に機器に貼り付けることにより、係る際に用いる接着剤層による吸収特性のずれを防げると共に、設定通りの 76 GHz 付近のミリ波域において、電磁波を確実に吸収できることが確認できた。

【0017】

【実施例3】前記実施例1と同じように製作し且つ同じサイズを有する実施例3のミリ波用電磁波吸収体1を5

枚製作した。これらも 76 GHz のミリ波を対象とする。1枚のミリ波用電磁波吸収体1には、 125°C に加熱し且つ 1000 時間に涉って保持する高温保持を行った。また、別の電磁波吸収体1には、 -40°C に冷却し且つ 1000 時間に涉って保持する低温保持を行った。更に別の電磁波吸収体1には、 125°C と -40°C とに加熱および冷却を 10 分間ずつ保持し且つ交互に 500 サイクルで行う熱衝撃試験を行った。加えて、別の電磁波吸収体1に対しては、 80°C で且つ相対湿度 (RH) 80% の条件下で、 1000 時間に涉り保持する高温高湿試験を行った。

【0018】以上の処理を個別に施した実施例3の4枚の電磁波吸収体1と残った1枚の未処理の電磁波吸収体1について、前記と同じ方法で $70 \sim 80 \text{ GHz}$ のミリ波帯域の電磁波Wを垂直にそれぞれ入射し、各周波数ごとにおける反射減衰量を測定した。その結果を図3(A)のグラフに示す。図3(A)のグラフによれば、実施例3の5枚の電磁波吸収体1は、未処理のものと同記号種類の処理を施したものが、何れも 76 GHz 付近において、反射減衰のピークPを有し、且つ約 20 dB の反射減衰量を示した。これらは、耐熱性ポリマーからなるアクリルゴムのシート2を用いたことにより、種々の加熱、冷却、および高温湿度の環境に置かれても、進入したミリ波を吸収するシート2の吸収特性が実質的に変化しなかったものと思われる。

【0019】一方、塩素化ポリエチレン(CPE)のマトリックスに対し、前記と同じ軟磁性金属粉末4を同割合で配合した後、混練およびロール成形により、実施例3と同じサイズを有する比較例1の電磁波吸収体を2枚製作した。これらも 76 GHz のミリ波を対象とする。このうちの1枚につき、 125°C に加熱し且つ1時間保持した。係る処理後のもとの未処理のものについて、上記と同じ方法で電磁波Wを入射し、反射減衰量を測定した。その結果を図3(B)のグラフに示す。図3(B)のグラフによれば、実験で示す未処理のものは、 76 GHz 付近において、反射減衰のピークPを有し且つ約 20 dB の反射減衰量を示した。しかし、図3(B)中の破線が示す 125°C に1時間加熱・保持したものは、塩素化ポリエチレンからなるシートが熱変形して、その厚みが厚くなったことにより、反射減衰のピークが低周波数寄りに著しくずれていた。この結果、対象とする 76 GHz 付近では、殆ど反射減衰が得られなかったものと推定される。以上の実施例3および比較例1の結果から、本発明の電磁波吸収体1は、熱的変化においても、優れていることが判明した。

【0020】

【実施例4】前記と同じように製作した軟磁性金属粉末4を埋設する厚さ t が 0.9 mm のアクリルゴムのシート2における一方の表面に対し、無電解銅メッキにより厚さ $2 \mu\text{m}$ のCuメッキ層8を直に被覆し、その上に厚

さ0.2 μm のNiメッキ層9を被覆して、前記実施例2と同じサイズを有する実施例4のミリ波用電磁波吸収体1aを4枚製作した。これらも7.6 GHzのミリ波を対象とする。また、上記と同じ軟磁性金属粉末4を埋設し且つ同じ厚さtのアクリルゴム製のシート2のみからなる比較例2のミリ波用電磁波吸収体を4枚製作した。これらも7.6 GHzのミリ波を対象とする。

【0021】実施例4のうち、1枚のミリ波用電磁波吸収体1aには、そのシート2の前記メッキ層8、9が被覆された表面に厚さ50 μm のアクリル系粘着剤(住友スリーエム社製:9460PC)を接着した。一方、比較例2のうち、1枚のミリ波用電磁波吸収体のシート2の表面にも上記と同じ厚さの同じ粘着剤を接着した。また、実施例4のうち、別の1枚のシート2における前記メッキ層8、9が被覆された表面には、厚さ125 μm のアクリル系粘着剤(同上:9469PC)を接着した。一方、比較例2のうち、別の1枚のシート2の表面にも上記と同じ厚さの同じ粘着剤を接着した。更に、実施例4のうち、更に別の1枚のシート2における前記メッキ層8、9が被覆された表面には、厚さ255 μm のアクリル系粘着剤(同上:9473PC)を接着した。一方、比較例2のうち、更に別の1枚のシート2の表面にも上記と同じ厚さの同じ粘着剤を接着した。尚、これらの粘着剤は、ミリ波用電磁波吸収体(1a)を例えば前記ミリ波レーダの筐体における所定に位置に貼り付ける際に用いる接着剤に相当する。また、実施例4では、シート2に被覆されたCuメッキ層8とNiメッキ層9の表面上に粘着剤を接着した。

【0022】未接着のものを含む実施例4の4枚のミリ波用電磁波吸収体1aについて、前記と同じ方法で60~90 GHzのミリ波帯域の電磁波Wを垂直にそれぞれ入射し、各周波数ごとにおける反射減衰量を測定した。その結果を図4(A)のグラフに示した。また、未接着のものを含む比較例2の4枚のミリ波用電磁波吸収体も、上記と同様に反射減衰量を測定した。その結果を図4(B)のグラフに示した。図4(A)のグラフによれば、実施例4の4枚のミリ波電磁波吸収体1aは、未処理のものと同記3種類の粘着剤を個別に接着したもの何れもが、7.6 GHz付近において、反射減衰のピークPを有し且つ約20 dBの反射減衰量を示した。これは、アクリルゴムのシート2の表面にCuメッキ層8およびNiメッキ層9を被覆したことにより、その上に種々の厚さの粘着剤を接着しても、ミリ波が上記メッキ層8で全て反射するため、前記粘着剤の影響を受けることなく、反射減衰のピークを7.6 GHz付近において固定化できたものと思われる。

【0023】一方、図4(B)のグラフによれば、実験で示す未接着の電磁波吸収体は、7.6 GHz付近において、反射減衰のピークPを有し且つ約20 dBの反射減衰量を示した。しかし、図4(B)中の破線、一点鎖線、

および二点鎖線で示す前記粘着剤を接着した3枚の電磁波吸収体は、粘着剤が厚くなるにつれて反射減衰のピークPが低周波数域にずれると共に、反射減衰量も少しずつ低減していた。これは、比較例2ではシート2の表面に直に前記粘着剤を接着したため、ミリ波が粘着剤の内部まで進入し吸収特性が変化した結果、反射減衰のピークPが図4(B)のグラフのうようにずれていたものと推定される。以上の実施例4および比較例2の結果から、本発明の電磁波吸収体1aは、前記メッキ層8、9を被覆した表面側を機器に接着することにより、係る接着に粘着剤を用いた場合でも、電磁波吸収特性が変化しないということが判明した。

【0024】本発明は、以上に説明した形態や実施例に限定されるものではない。例えば、前記金属層には、銅板、ステンレス鋼板、アルミニウム合金薄板、チタン合金薄板などの金属薄板を用いることができる。且つ、金属層の材質はミリ波が反射可能であれば特に限定されず、その被覆方法も前記接着、または無電解メッキや電解メッキ、電気メッキに限らず、化学メッキなどにも可能である。また、前記シート2には、耐熱性ポリマーからなるポリエーテルイミド、ポリアミドイミド、ポリスルホン、ポリエーテルケトンなどのプラスチックや、スチレン・ブタジエンゴム(SBR)、イソブチレン・イソプレンゴム(IIR)、ポリブタジエンゴム(BR)などの耐熱性を有する合成ゴムも適用可能である。更に、シート2に埋設する前記軟磁性金属粉末4の材質は、前記Fe基合金に限らず、NiやCo、あるいはこれをベースとする合金も含まれる。尚、本発明のミリ波電磁波吸収体は、ミリ波帯域(30~100 GHz)でもあれば何れのミリ波にも適用でき、且つその用途も前述したものに限定されない。

【0025】

【発明の効果】以上に説明した本発明のミリ波電磁波吸収体によれば、シート2の表面に被覆した金属層により内部に進入したミリ波が全て反射し、機器に貼り付けるための接着剤による吸収特性のずれを生じることなく、対象とするミリ波の電磁波において所要の吸収特性を高く且つ安定して実現することができる。また、耐熱性のシートを用いるので、熱的变化などにより厚さが変化しにくく安定した吸収特性を保有できる。従って、例えばミリ波レーダの筐体における所定の位置にミリ波用電磁波吸収体を配置すると、不必要なミリ波を確実に吸収でき、上記レーダが所定のミリ波のみを正確に受信することができる。また、請求項2のミリ波電磁波吸収体によれば、雰囲気温度の変化に耐える耐熱性や、高湿度に確実に耐えること耐湿性を有するため、種々の環境下で用いる場合にも、前記シート2の厚みも変化しないため、所定のミリ波の電磁波に対して所要の吸収特性を高く安定して得ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】(A)、(B)は共に本発明のミリ波電磁波吸収体を示す断面図。

【図 2】(A)、(B)は共に本発明の実施例におけるミリ波の減衰特性を示すグラフ。

【図 3】(A)、(B)は異なる実施例または比較例のミリ波の減衰特性を示すグラフ。

【図 4】(A)、(B)は更に異なる実施例または比較例におけるミリ波の減衰特性を示すグラフ。

【符号の説明】

1, 1a ……ミリ波電磁波吸収体

2 ……シート

4 ……軟磁性金属粉末

6 ……アルミニウム箔(金属層)

8 ……Cuメッキ層(金属層)

9 ……Niメッキ層(金属層)

W ……ミリ波(電磁波)

【図 1】

1.1a:電磁波吸収体

2:シート

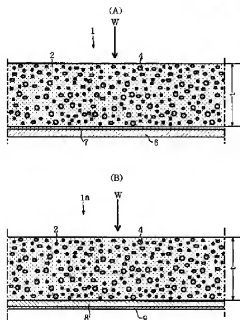
4:軟磁性金属粉末

6:アルミ箔(金属層)

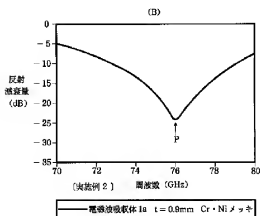
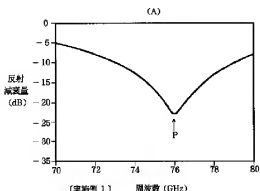
7:接着剤層

8:Cuメッキ層(金属層)

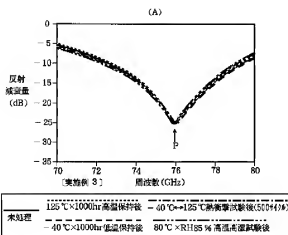
9:Niメッキ層(金属層)



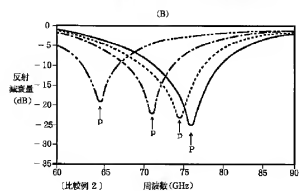
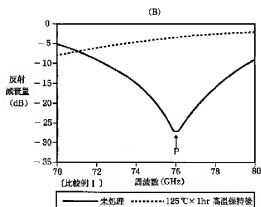
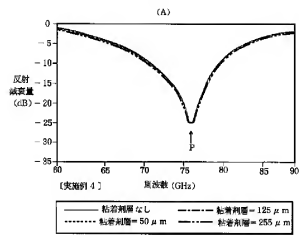
【図 2】



【図 3】



【図 4】



フロントページの続き

Fターム(参考) 4F100 AB01 AB01A AB01B AB01C
 AB02 AB02H AB10 AB13
 AB13H AB16 AB17 AB33B
 AB33C AK01A AK25A AK25G
 AK52A AK57A AN00A AN02A
 BA02 BA03 BA06 BA07 BA10B
 BA10C DE01A EC18 EC183
 EH71B EH71C EJ19 EJ192
 GB32 GB41 JD08 JD14 JJ03A
 5E040 CA13
 5E321 BB23 BB25 BB32 BB44 BB53
 CC16 CG05 CG07 GC11